



(10) **DE 10 2015 120 545 B4** 2024.06.20

(12) **Patentschrift**

(21) Aktenzeichen: **10 2015 120 545.9**
(22) Anmeldetag: **26.11.2015**
(43) Offenlegungstag: **01.06.2017**
(45) Veröffentlichungstag
der Patenterteilung: **20.06.2024**

(51) Int Cl.: **F02D 19/12** (2006.01)
C25B 1/04 (2021.01)
F02B 43/12 (2006.01)
F02B 43/10 (2006.01)
F02M 25/12 (2006.01)
F02M 27/04 (2006.01)

Innerhalb von neun Monaten nach Veröffentlichung der Patenterteilung kann nach § 59 Patentgesetz gegen das Patent Einspruch erhoben werden. Der Einspruch ist schriftlich zu erklären und zu begründen. Innerhalb der Einspruchsfrist ist eine Einspruchsgebühr in Höhe von 200 Euro zu entrichten (§ 6 Patentkostengesetz in Verbindung mit der Anlage zu § 2 Abs. 1 Patentkostengesetz).

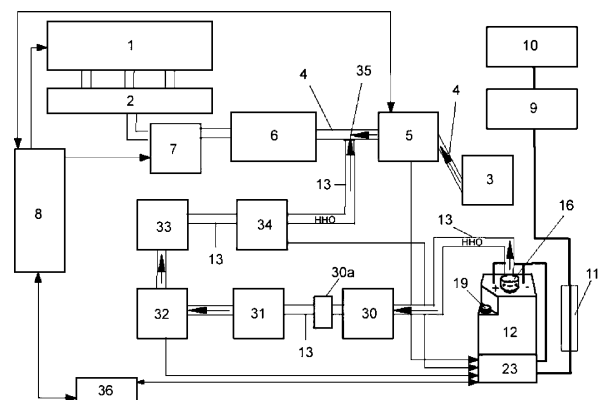
(73) Patentinhaber:
HMT - Hydromotive GmbH, 10117 Berlin, DE

(56) Ermittelter Stand der Technik:
siehe Folgeseiten

(72) Erfinder:
**Manthei, Rainer, 14641 Nauen, DE; Schneider,
Marcus, 85414 Kirchdorf, DE; Göbel, Gerhard,
10315 Berlin, DE; Tóth, György, Zalaegerszeg, HU**

(54) Bezeichnung: **Verfahren zum Betreiben einer Verbrennungskraftmaschine mit einem der Verbrennungsluft zugeführten, durch Wasserelektrolyse erzeugten Gasgemisch sowie Anordnung und Elektrolysegerät zur Durchführung des Verfahrens**

(57) Hauptanspruch: Verfahren zum Betreiben einer Verbrennungskraftmaschine mit einem dem fossilen Kraftstoff im Motorverbrennungsraum mit der Verbrennungsluft zusätzlich zugeführten, durch Elektrolyse von Wasser erzeugten Gasgemisch, dadurch gekennzeichnet, dass die entsprechend dem jeweiligen Motorbetrieb in den Ansaugtrakt des Motors gesaugte Luftmenge gemessen wird und je Volumeneinheit an jeweils angesaugter Verbrennungsluft immer eine gleiche, lediglich als Additiv fungierende begrenzte Menge eines mit einem pulsierenden Strom betriebenen Elektrolysegerät erzeugten, energieangereicherte, gasförmige Wassermoleküle enthaltenden Brownsgases unmittelbar, das heißt ohne Zwischenspeicherung der Verbrennungsluft zugeführt wird, wobei der prozentuale Anteil der im Verbrennungsprozess im Kraftstoff vorhandenen Gasmoleküle derart begrenzt ist, dass die im Kraftstoff-Luft-Gemisch gleichmäßig verteilten energieangereicherten, gasförmigen Wassermoleküle nur als den Kraftstoff zündende Start- oder Zündkeime für eine früh einsetzende und lang anhaltende intensive und vollständige Verbrennung dienen, wobei der Anteil der einem Liter Ansaugluft zugeführten Brownsgasmenge zwischen 0,05 und 0,5 Promille liegt und wobei:
die Menge des im Elektrolysegerät erzeugten Brownsgases in Abhängigkeit vom jeweiligen Motorbetrieb auf der Grundlage der dem Ansaugtrakt zugeführten, von einem Luftmassenmesser erfassten Luftmenge in Verbindung mit der von einem Durchflussmengenmesser erfassten, vom Elektrolysegerät tatsächlich erzeugten Brownsgasmenge gesteuert wird.



(19)



Deutsches
Patent- und Markenamt

(10) **DE 10 2015 120 545 B4** 2024.06.20

(56) Ermittelter Stand der Technik:

DE	10 2008 003 126	A1
DE	10 2009 026 374	A1
US	2010 / 0 065 419	A1
US	2010 / 0 175 941	A1
US	4 936 961	A
US	6 155 212	A
EP	2 818 581	A1
WO	2006/ 124 805	A2
WO	2007/ 091 105	A1
WO	2007/ 101 329	A1
WO	2013/ 170 309	A1
WO	2015/ 021 385	A1
CA	2 870 915	A1
KR	10 2003 0 044 602	A

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Betreiben einer Verbrennungskraftmaschine mit einem der Verbrennungsluft zugeführten, durch Elektrolyse von Wasser erzeugten Gasgemisch sowie eine Anordnung mit einem Elektrolysegerät zur Durchführung des Verfahrens.

[0002] Bei einem aus der DE 10 2009 026 374 A1 bekannten Verfahren zum Betreiben eines Verbrennungsmotors für Kraftfahrzeuge mit fossilem Kraftstoff und einem der Verbrennungsluft im Ansaugtrakt des Motors zugeführten, im Fahrzeug durch Elektrolyse von Wasser hergestellten Wasserstoff-Sauerstoff-Gemisch (Knallgas, Browngas) wird das Wasserstoff-Sauerstoff-Gemisch im normalen Motorbetrieb bis zum Erreichen eines vorgegebenen Speicherdrucks erzeugt und zwischengespeichert und nur bei hoher Motorleistung beim Anfahren und Beschleunigen des Fahrzeugs in den Ansaugtrakt des Motors geleitet. Die Erzeugung des Wasserstoffs erfolgt mit einem aufwändig ausgebildeten, aus einem separaten Wassertank versorgten Elektrolysegerät, das an eine zusätzliche Lichtmaschine angeschlossen ist.

[0003] Die WO 2007/ 091 105 A1 beschreibt die Verwendung eines im Elektrolysegerät erzeugten Wasserstoff-Sauerstoff-Gemisches bei einem mit herkömmlichen Kraftstoff betriebenen Verbrennungsmotor, wobei der Kraftstoff bei einer Laständerung kurzzeitig ganz oder teilweise durch das im Fahrzeug erzeugte Wasserstoff-Sauerstoff-Gemisch ersetzt wird. Aus der WO 2007/ 101 329 A1 sind ein Verfahren und eine Vorrichtung zum wasserstoffunterstützten Kaltstarten eines Verbrennungsmotors bekannt. Dabei soll aus dem in einem Elektrolysegerät erzeugten Wasserstoff-Sauerstoff-Gemisch der Sauerstoff abgetrennt werden. Auch in der US 6 155 212 A und in der WO 2006/ 124 805 A2 wird die zusätzliche Nutzung von im Kraftfahrzeug erzeugtem und zwischengespeichertem Wasserstoff für den Verbrennungsprozess beschrieben.

[0004] Ein aus der DE 10 2008 003 126 A1 bekanntes, über den Ansaugtrakt unmittelbar an den Verbrennungsraum einer Verbrennungskraftmaschine angeschlossenes Elektrolysegerät zur Erzeugung eines dem Kraftstoff beizumengendem Wasserstoff-Sauerstoff-Gemisch verwendet zur Verbesserung des Wirkungsgrads der Elektrolyse Kaliumhydroxid (KOH) als Elektrolyt. Das Elektrolysegerät umfasst in gleichmäßigem Abstand angeordnete Elektrodenplatten, die in den in einem Behälter befindlichen Elektrolyt eintauchen. Die beiden äußeren Platten sind an den Minus- bzw. Pluspol der Fahrzeugbatterie angeschlossen und die Anzahl der Platten wird entsprechend der von der Batterie bereitgestellten

Spannung so festgelegt, dass zwischen zwei einander gegenüberliegenden Elektrodenoberflächen für die Durchführung der Elektrolyse eine Spannung von etwa zwei Volt anliegt.

[0005] In der US 2010 / 0 175 941 A1 wird eine Vorrichtung für ein Signalerzeugungsgerät beschrieben, das ein elektrisches Signal zur Verwendung in einem Elektrolysegerät erzeugt.

[0006] In der US 4 936 961 A wird ein Verfahren zum Erhalt der Abgabe einer Benzin-Gasmischung beschrieben, die auch Wasserstoff und Sauerstoff umfasst.

[0007] In der WO 2015/ 021 385 A1 wird eine elektronische Steuereinheit und ein Verfahren zur Regulierung der Ausschüttung von Wasserstoff und Sauerstoff beschrieben.

[0008] Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren zum Betreiben einer Verbrennungskraftmaschine mit einem der Verbrennungsluft zugeführtem, durch Elektrolyse von Wasser erzeugten Gasgemisch sowie eine Anordnung und ein Elektrolysegerät zur Durchführung des Verfahrens so auszubilden, dass mit geringem apparativen und energetischen Aufwand sowie bei geringem Elektrolytverbrauch kontinuierlich eine einer effizienten Kraftstoffverbrennung genügende Gasmenge erzeugt und so in den Motorbrennraum geleitet wird, dass ein reduzierter Kraftstoffverbrauch bei gleichzeitig verringerter Schadstoffemission gewährleistet sind. Erfindungsgemäß wird die Aufgabe mit einem Verfahren gemäß den Merkmalen des Patentanspruchs 1 sowie einer Anordnung und einem Elektrolysegerät gemäß den Merkmalen des Patentanspruchs 6 gelöst.

[0009] Zweckmäßige und vorteilhafte Weiterbildungen der Erfindung sind Gegenstand der Unteransprüche.

[0010] Beim Betrieb einer Verbrennungskraftmaschine mit einem dem fossilen Kraftstoff im Motorverbrennungsraum zusätzlich zugeführten, von einem der Verbrennungskraftmaschine zugeordneten Elektrolysegerät erzeugten und in die Verbrennungsluft eingebrachten Gasgemisch besteht der Kern der Erfindung darin, dass die entsprechend dem jeweiligen Motorbetrieb bzw. der Motorleistung, zum Beispiel im Leerlauf, beim Beschleunigen usw., in den Ansaugtrakt des Motors gesaugte Luftmenge gemessen wird und je Volumeneinheit an jeweils angesaugter Verbrennungsluft immer eine gleiche, lediglich als Additiv fungierende, begrenzte Menge eines mit dem Elektrolysegerät mit einem pulsierenden Strom erzeugten, Wasserstoff, Sauerstoff und energieangereicherte gasförmige Wassermoleküle enthaltenden Brownsgases ohne Zwischenspeiche-

rung, das heißt noch im Zustand des Entstehens der energiereichen und zündfreudigen, aber nur kurzzeitig beständigen gasförmigen Wassermoleküle (auch als lineare Wasserisomere bezeichnet) der Verbrennungsluft zugeführt wird. Dabei ist der prozentuale Anteil des im Verbrennungsprozess im Kraftstoff vorhandenen, elektrolytisch erzeugten Gasgemisches derart begrenzt, dass die im Kraftstoff-Luft-Gemisch im Motorverbrennungsraum verteilten Wasserstoffmoleküle nur unwesentlich als zusätzlicher Kraftstoff wirken, sondern allein die energieangereicherten, gasförmigen Wassermoleküle im Brownsgas als den Kraftstoff schnell und explosionsartig zündende Start- oder Zündkeime für eine früher einsetzende und lang anhaltende intensive und vollständige Verbrennung dienen.

[0011] Der fossile Kraftstoff (zum Beispiel Diesel oder Benzin) wird allein aufgrund der nur als Zündkeimlinge wirkenden energieangereicherten gasförmigen Wassermoleküle im Brownsgas effizienter genutzt, so dass die Motorleistung verbessert und der Kraftstoffverbrauch und mithin der Schadstoffausstoß gesenkt werden kann. Darüber hinaus wird die Abgastemperatur und damit die Stickoxid- und Kohlendioxid-Emission weiter reduziert. Der für die kontinuierliche Bereitstellung des Brownsgases durch die erfindungsgemäß durchgeführte Elektrolyse erforderliche apparative und energetische Aufwand ist wegen der in Abhängigkeit von der Ansaugluftmenge kontrollierten Erzeugung einer zudem begrenzten Gasmenge und wegen der durch den pulsierenden Strom erhöhten Gasproduktion im Elektrolysegerät gering. Der Stromverbrauch für die Elektrolyse wird derart minimiert, dass die erforderliche elektrische Energie - ohne zusätzliche oder eine größere Lichtmaschine - allein von der Fahrzeugbatterie geliefert werden kann. Der mit 0,05 bis 0,5 Promille pro Liter Ansaugluft äußerst geringe Braungasbedarf ist zudem insofern vorteilhaft, als die erforderliche Gasmenge mit einem Elektrolysegerät von geringer Baugröße ohne Zwischenspeicherung ständig zur Verfügung gestellt werden kann.

[0012] In weiterer Ausbildung der Erfindung sind die am Elektrolysegerät wirkenden Stromimpulse rechteck- oder trapezförmig geformt.

[0013] In vorteilhafter Weiterbildung der Erfindung werden die Stromimpulse zur Einflussnahme auf die erzeugte Brownsgasmenge und insbesondere den darin enthaltenen Anteil an energieangereicherten, gasförmigen Wassermolekülen kontinuierlich oder in Intervallen sowie mit unterschiedlicher Amplitude erzeugt. Die Gasausbeute kann darüber hinaus durch die Wahl des Flankenwinkels der Stromimpulslänge beeinflusst werden.

[0014] In weiterer Ausbildung der Erfindung werden die Stromimpulse in Abhängigkeit von der Elektrolyt-

temperatur und der Elektrolytkonzentration sowie der Plattengeometrie und dem Plattenabstand derart gesteuert, dass das aus Elektrodenplatten und Elektrolyt bestehende System in Resonanz betrieben wird. Das führt zu einer Umspülung der Elektrodenplatten und zu einer schnellen Ablösung der Gasbläschen und somit auch zu einer Erhöhung der Gasausbeute.

[0015] Gemäß einem weiteren wichtigen Merkmal der Erfindung wird die Menge des im Elektrolysegerät erzeugten Brownsgases in Abhängigkeit vom jeweiligen Motorbetrieb auf der Grundlage der dem Ansaugtrakt zugeführten, von einem Luftmassenmesser erfassten Luftmenge in Verbindung mit der von einem Durchflussmengenmesser erfassten, vom Elektrolysegerät tatsächlich erzeugten Brownsgasmenge gesteuert. Das heißt, es wird im Wesentlichen nur so viel Brownsgas im Elektrolysegerät erzeugt, wie im jeweiligen Motorbetrieb gerade benötigt wird, so dass der Stromverbrauch gering ist und die Kapazität der Fahrzeugbatterie nicht mehr als erforderlich genutzt wird.

[0016] Die Anordnung zur Durchführung des Verfahrens, die zur Zuführung einer an den jeweiligen Motorbetrieb angepassten Luftmenge eine von einem Luftfilterkasten ausgehende, mit dem Motorverbrennungsraum der Verbrennungskraftmaschine verbundene Luftzufuhrleitung umfasst, ist erfindungsgemäß dadurch gekennzeichnet, dass eine an ein von einer Fahrzeugbatterie versorgtes Elektrolysegerät angeschlossene Gaszufuhrleitung unmittelbar in die Luftzufuhrleitung mündet, und in die Luftzufuhrleitung vor der Mündung der Gaszufuhrleitung ein Luftmassenmesser zur Erfassung des in Abhängigkeit vom jeweiligen Motorbetrieb angesaugten Luftvolumens und in die Gaszufuhrleitung in Strömungsrichtung zunächst ein Durchflussmengenmesser zur Erfassung der tatsächlich erzeugten Gasmenge und ein Drosselventil zur endgültigen Einstellung des an die geförderte Luftmenge angepassten Gasvolumens eingebunden sind, die jeweils an ein dem Elektrolysegerät zugeordnetes erstes Steuergerät zur Regelung der Gaserzeugung auf der Grundlage der angesaugten Luftmenge und der erfassten Gasmenge mithilfe eines von einem Modulator kontinuierlich oder in Intervallen umgeformten, in Frequenz, Amplitude, Flankenanstiegswinkel und Zeitdauer variablen pulsierenden Stroms angeschlossen sind.

[0017] In weiterer Ausbildung der erfindungsgemäßen Anordnung sind in die Gaszufuhrleitung ein Wasserscheider, ein Wasserdetektor und ein Gasfilter zur Gasreinigung und eine aus einem gasdurchlässigen keramischen Material bestehende Rückbrandsicherung zur Vermeidung eines Flammenrückschlags in das Elektrolysegerät eingebunden.

[0018] In Ausgestaltung der Erfindung ist das erste Steuergerät über ein zweites Steuergerät mit einem der Verbrennungskraftmaschine zugeordneten Hauptsteuergerät verbunden. Das erste und zweite Steuergerät können auch in das Hauptsteuergerät integriert sein.

[0019] In weiterer Ausgestaltung der Erfindung mündet die Gaszufuhrleitung zur Verwirbelung und gleichmäßigen Verteilung der im Gasstrom enthaltenen gasförmigen Wassermoleküle in der Ansaugluft über eine stromab des Luftmassenmessers angeordnete Venturidüse in die Luftzufuhrleitung.

[0020] In vorteilhafter Weiterbildung der Erfindung weist das Elektrolysegerät mehrere in einem mit einem Elektrolyt gefüllten Gehäuse im Abstand parallel angeordnete, mit Durchbrüchen versehene Elektrodenplatten auf. Die beiden äußeren Elektrodenplatten oder alternativ eine mittige Elektrodenplatte und die beiden äußeren Elektrodenplatten sind über das erste Steuergerät mit dem Plus- bzw. Minuspol der Fahrzeugbatterie verbunden. Ein oberhalb der Elektrodenplatten durch eine Gehäusedecke begrenzter, das erzeugte Browngas kurzzeitig aufnehmender Gassammelraum ist über einen auf einen Gasauslassstutzen abdichtend aufsteckbaren und bei einem bestimmten Überdruck (ca. > 0,1 bar) im Gassammelraum selbsttätig öffnenden Deckel mit einem innen liegenden, einen Filter aufnehmenden Rohrstück und einem Gasanschlusstutzen an die zur Luftzufuhrleitung führende Gaszufuhrleitung anschließbar. Das kleine, unter einem geringen Druck stehende Gasreservoir oberhalb der Elektrodenplatten ermöglicht eine rasche Zuführung der nur kurzzeitig beständigen energiereichen, gasförmigen Wassermoleküle zur Verbrennungsluft.

[0021] In Ausgestaltung der Erfindung weist die Gehäusedecke des Elektrolysegerätes einen bis auf die maximale Elektrolytfüllhöhe im Gehäuse abgesenkten Abschnitt mit einer durch einen Schraubdeckel verschließbaren Einfüllöffnung auf. Ein Überfüllen des Elektrolysegerätes oder eine zu starke Verdünnung des Elektrolyten ist dadurch ausgeschlossen und oberhalb des Elektrolyten steht immer ein bestimmtes Gasreservoir zur Verfügung.

[0022] In weiterer Ausgestaltung der Erfindung sind die Elektrodenplatten in am Boden und zwei gegenüberliegenden Seitenwänden des Gehäuses sowie im Bereich der Elektrodenoberkante vorgesehenen Nuten fixiert.

[0023] In vorteilhafter Weiterbildung der Erfindung umfasst das Elektrolysegerät zur Überwachung des Elektrolyten einen Dichtemesser, einen Füllstandsmesser und einen Temperatursensor sowie ein Überdruckventil.

[0024] In Ausgestaltung der Erfindung weisen die Elektrodenplatten eine gegenüber ihrer Höhe deutlich größere Breite auf. Dadurch ist eine ausreichend große Elektrodenfläche über einen langen Zeitraum mit Elektrolyt bedeckt und somit ohne Nachfüllen von Elektrolyt eine lange Betriebsdauer des Elektrolysegerätes gewährleistet.

[0025] Die Elektrodenplattendicke beträgt etwa einen Millimeter und der Elektrodenplattenabstand liegt zwischen 1,5 und 10,5 Millimetern. Der im Elektrolysegerät befindliche Elektrolyt ist vorzugsweise eine 3,5 bis 5,0-prozentige Kalilauge.

[0026] In weiterer Ausgestaltung der Erfindung weist der Elektrolyt zur Gefrierpunktabenkung im Winterbetrieb eine erhöhte Konzentration auf und/oder enthält bis max. 10% Ethylenglycol als Gefrierschutzmittel.

[0027] Ein Ausführungsbeispiel der Erfindung wird anhand der Zeichnung, in der

Fig. 1 eine Anordnung zum Betreiben einer Verbrennungskraftmaschine mit fossilem Kraftstoff und einem der Verbrennungsluft aus einem Elektrolyseprozess zugeführten Gasgemisch aus Wasserstoff, Sauerstoff und gasförmigem Wasser (Brownsgas); und

Fig. 2 ein Elektrolysegerät zur Erzeugung von Brownsgas (HHO) mit einer im Detail dargestellten Plattenanordnung; und

Fig. 3 eine weitere Ausführungsform der Plattenanordnung im Elektrolysegerät zeigt, näher erläutert.

[0028] Die in **Fig. 1** dargestellte Anordnung umfasst als herkömmliche Bestandteile eine hier nur durch den Motorverbrennungsraum 1 wiedergegebene Verbrennungskraftmaschine (beispielsweise für einen Personenkraftwagen), deren einzelne Zylinder über ein Saugrohr 2 mit dem Ansaugtrakt für die aufgrund der Kolbenbewegung angesaugte Verbrennungsluft verbunden sind. Der Ansaugtrakt besteht im Wesentlichen aus einer von einem Luftfilterkasten 3 ausgehenden Luftzufuhrleitung 4, in die ein Luftmassenmesser 5 zur Erfassung des in Abhängigkeit vom Motorbetrieb jeweils angesaugten Luftvolumens sowie ein Turbolader 6 zur Verdichtung und eine Drosselklappe 7 zur Regelung der dem Saugrohr 2 zugeführten Luftmenge entsprechend der jeweils geforderten Motorleistung eingebunden sind. Über ein der Verbrennungskraftmaschine zugeordnetes, an den Luftmassenmesser 5 angeschlossenes Hauptsteuergerät 8 (OBD-Steuergerät) wird die dem Motorverbrennungsraum 1 zugeführte Kraftstoffmenge geregelt.

[0029] An die Verbrennungskraftmaschine ist in üblicher Weise eine mit der Fahrzeugbatterie 9 verbun-

dene Lichtmaschine 10 zur Stromversorgung der für den Betrieb der Verbrennungskraftmaschine erforderlichen elektrischen Geräte und sonstiger Stromverbraucher gekoppelt. Mit dem von der Fahrzeugbatterie 9 über eine Sicherung 11 bereitgestellten Strom wird auch das nachfolgend beschriebene Elektrolysegerät 12 angetrieben, mit dem während des Betriebs der Verbrennungskraftmaschine durch elektrolytische Wasserzersetzung ständig eine definierte Menge von Brownsgas (HHO) und insbesondere des in dem Wasserstoff-Sauerstoff-Gasgemisch anfangs enthaltenen energieangereicherten gasförmigen Wassers (H-O-H) erzeugt wird und über eine Gaszufuhrleitung 13 in den zwischen dem Luftmassenmesser 5 und dem Turbolader 6 befindlichen Teil der Luftzufuhrleitung 4 eingespeist wird.

[0030] Das in **Fig. 2** dargestellte Elektrolysegerät 12 umfasst ein aus Kunststoff bestehendes geschlossenes Gehäuse 14 mit einem von der Gehäusedecke 15 ausgehenden Gasauslassstutzen, auf den ein mittels O-Ring (jeweils nicht dargestellt) abdichtend gehaltener Deckel 16 aufgesteckt ist. Von der horizontalen Innenseite des Deckels 16 geht ein sich in den Gasauslassstutzen erstreckendes Rohrstück 17 zur Aufnahme eines Filters (nicht dargestellt) aus, mit dem von dem bei der Elektrolyse erzeugten Gas mitgerissene Salzpartikel sowie Wasser und Wasserdampf zurückgehalten werden sollen. Ein an dem Deckel 16 oberhalb des Filters angebrachter Gasanschlussstutzen 27 ist mit der in **Fig. 1** dargestellten Gaszufuhrleitung 13 verbunden. Der Deckel 16 kann zur Reinigung des Filters auf einfache Art manuell von dem an die Gehäusedecke 15 angeformten Gasauslassstutzen abgezogen werden. Der Öffnungswiderstand des Deckels 16 ist auf einen geringen Betriebsdruck von 0.1 bar begrenzt.

[0031] In einem nach unten versetzten Abschnitt 18 der Gehäusedecke 15, das heißt in einer gegenüber der Gehäusedecke und der in dieser ausgebildeten Gasauslassöffnung abgesenkten Ebene befindet sich eine mit einem Schraubdeckel 19 verschließbare Einfüllöffnung (nicht dargestellt) für den maximal bis auf das Niveau des abgesenkten Abschnitts 18 der Gehäusedecke 15 in das Gehäuse 14 einzubringenden Elektrolyten, hier vorzugsweise eine 3,5- bis 5,0-prozentige Kalilauge. Aufgrund der dadurch begrenzten maximalen Füllhöhe h wird eine bestimmte Mindesthöhe des Gasreservoirs im Gassammelraum 24 Elektrolysegerät 12 festgelegt und zudem verhindert, dass Elektrolyt versehentlich in die zum Ansaugtrakt des Motors führende Gaszufuhrleitung 13 gelangt.

[0032] In den Elektrolyt tauchen - am Boden und an zwei gegenüberliegenden Seitenwänden des Gehäuses 14 sowie im Bereich der Plattenoberkanten in einem Abstand von etwa 1 mm in Nuten (nicht dargestellt) fixierte - hier 1 mm dicke Elektrodenplatten 20

ein. Die Elektrodenplatten 20 können so zur Reinigung oder zum Austauschen einfach montiert und demontiert werden. Die Elektrodenplatten 20 weisen jeweils eine oder mehrere Bohrungen (nicht dargestellt) auf, so dass die zwischen diesen gebildeten Kammern 37 miteinander verbunden sind und von dem Elektrolyt durchströmt werden können. Die beiden äußeren Elektrodenplatten 20', 20'' sind über jeweils eine Verbindungsleitung 21 und an der Gehäusedecke 15 angebrachte Anschlussklemmen 22 mit dem Minus- bzw. Pluspol der Fahrzeugbatterie 9 verbunden. Entsprechend der Batteriespannung (z. B. 12 - 15 Volt bei PKW) und der Anzahl der Elektrodenplatten 20 liegt in den zwischen diesen gebildeten Kammern 37 jeweils eine für den Elektrolyseprozess optimale Spannung von ca. zwei Volt an. Vorzugweise ist die Breite der Elektrodenplatten 20 größer als deren Höhe, so dass die Elektrodenplatten 20 - bei einem sich allmählich verbrauchenden Elektrolyten - über einen langen Zeitraum in ausreichender Höhe in den Elektrolyt eintauchen und ohne ständiges Nachfüllen von Elektrolyt eine ausreichende Menge an Brownsgas erzeugt wird. Ein Liter Elektrolyt reicht etwa 50 Betriebsstunden oder bis zu 5000 Kilometer bei einem 3l Dieselmotor.

[0033] Wie **Fig. 3** zeigt, ist es aber auch denkbar, dass eine mittig angeordnete Elektrodenplatte 20'' mit dem Pluspol der Fahrzeugbatterie verbunden ist und die beiden äußeren Elektrodenplatten 20' an den Minuspol angeschlossen sind, um mit der mittigen Anode und zwei äußeren Kathoden und den zwischen diesen angeordneten Elektrodenplatten in einer kompakten Ausführung des Elektrolysegerätes eine größere Elektrodenfläche und damit eine hohe Gaserzeugungsrate zu gewährleisten.

[0034] Wie **Fig. 1** zeigt, ist an das Elektrolysegerät 12 ein erstes Steuergerät 23 mit einem integrierten Modulator (nicht dargestellt) zur Umwandlung des von der Fahrzeugbatterie 9 gelieferten Gleichstroms in - im Wesentlichen rechteckförmige - Stromimpulse angeschlossen, die das aus den Elektrodenplatten 20 und dem zwischen diesen befindlichen Elektrolyten bestehende System zum Schwingen bringen, so dass die bei der Elektrolyse gebildeten Wasserstoff-, Sauerstoff- und Wassergasbläschen (Brownsgas) durch die Bewegung des Gesamtsystems besser von der Elektrodenplatten 20 abgelöst werden und somit immer eine maximale Elektrodenfläche zur Erzeugung eines hohen Brownsgasvolumens als Additiv für das Kraftstoff-Luft-Gemisch im Motorverbrennungsraum 1 zur Verfügung steht. Aufgrund der durch den pulsierenden Strom in Schwingung versetzten Wassermoleküle wird - neben der Elektrolyse von Wasser zu Wasserstoff und Sauerstoff - zudem ein größerer Teil der im Elektrolyten enthaltenen Wassermoleküle zu linearen Wasserisomeren (H-O-H) aufgespreizt, d.h. die Entstehung von energieangereichertem, gasförmigem Wassermolekülen als

Bestandteil von Brownsgas angeregt und unterstützt, so dass für den Verbrennungsprozess ein nur in geringer Menge erforderliches Additiv, jedoch mit deutlich höherer Energie als herkömmliches Knallgas, zur Verfügung steht. Der pulsierende Strom und die dadurch im Elektrolysesystem erzeugten Schwingungen können ständig oder in gleich oder unterschiedlich langen Intervallen sowie in unterschiedlicher Frequenz und Amplitude (Stromstärke) erzeugt werden, um auf diese Art im Motorbetrieb auf das erzeugte Gasvolumen und die Struktur des Gases Einfluss nehmen zu können und insbesondere das energiereiche Brownsgas bereitzustellen. Aufgrund der durch die Vibration des Elektrolysesystems erhöhten Gaserzeugung kann der Stromverbrauch gesenkt werden und dennoch eine hohe Gasausbeute erreicht werden.

[0035] Das Elektrolysegerät 12 ist mit einem in dem über dem jeweiligen Elektrolytniveau befindlichen Gassammelraum 24 angeordneten, in **Fig. 1** nur schematisch dargestellten Überdruckventil 25 als zusätzliche Sicherheit (Öffnung bei einem Betriebsdruck im Gassammelraum -hier $>0,1$ bar) ausgerüstet.

[0036] Innerhalb eines Gasdruckes $\leq 0,1$ bar ist eine unmittelbare Weiterleitung des erzeugten Gases und insbesondere der nur kurzzeitig beständigen energiereichen gasförmigen Wassermoleküle noch im Zustand des Entstehens in den Ansaugtrakt gewährleistet. Eine weitere Sicherheit gegen das Auftreten eines unzulässig hohen Drucks im Elektrolysegerät 12 bietet der am Gehäuse 14 lediglich durch eine Steckverbindung gehaltene Deckel 16, der bei einem zu hohen Gasdruck von dem an die Gehäusedecke 15 angeformten Gasauslassstutzen abgestreift wird. Mit einem in den Elektrolyt ragenden Dichtemesser 26 kann die Konzentration des Kaliumhydroxids in der wässrigen Elektrolytlösung überwacht werden werden, während mit einem Füllstandmesser 28 die Füllhöhe im Gehäuse 14 ermittelt werden kann und die Temperatur des Elektrolyten mit einem Temperatursensor 29 angezeigt wird. Mit einer Arbeitstemperatur von 60 bis 65 °C und vorzugsweise einem KOH-Anteil von 3,5 bis 5,0 % wird in Verbindung mit dem am Elektrolysegerät 12 anliegenden gepulsten Strom, und zwar bei einer gegenüber herkömmlichen, bei Verbrennungskraftmaschinen eingesetzten Elektrolysegeräten deutlich verringerten Stromstärke, eine der Wirkung des Brownsgasgemisches lediglich als Additiv genügende Gasmenge erzeugt. Die erforderliche Plattenfläche und der Elektrolytverbrauch sind vergleichsweise gering. Das Elektrolysegerät kann daher klein und kompakt ausgebildet sein und erfordert einen geringen Wartungsaufwand. Aufgrund des geringen Stromverbrauchs kann die Stromversorgung des Elektrolysegerätes über die an die Fahrzeugbatterie angeschlossene Lichtmaschine des Fahrzeugs erfol-

gen. Sobald der Füllstand oder die KOH-Konzentration oder die Temperatur des Elektrolyten außerhalb eines vorgegebenen Bereiches liegen, wird dieser Zustand durch ein vom ersten Steuergerät initiiertes Signal angezeigt.

[0037] Gemäß **Fig. 1** sind stromab des Elektrolysegerätes 12 in die an die Luftzufuhrleitung 4 angeschlossene Gaszufuhrleitung 13 zunächst ein Wasserscheider 30, ein Wasserdetektor 30a und ein Gasfilter 31 zur Abscheidung von im Brownsgas noch enthaltenem Wasserdampf und zur Abtrennung von Salzpartikeln eingebunden. Über ein Durchflussmengenmesser 32, eine Rückbrandsicherung 33 und ein Drosselventil 34 gelangt das Gasgemisch schließlich zu einer stromab des Luftmassenmessers 5 und vor dem Turbolader 6 unmittelbar in die Luftzufuhrleitung 4 mündenden Venturidüse 35. Das mit der Verbrennungskraftmaschine sowie der Drosselklappe 7 und dem Luftmassenmesser 5 verbundene Hauptsteuergerät 8 ist über ein zweites Steuergerät 36 an das erste, dem Elektrolysegerät 12 zugeordnete Steuergerät 23 angeschlossen, das wiederum mit dem Durchflussmengenmesser 32 und dem Luftmassenmesser 5 sowie dem Drosselventil 34 elektrisch verbunden ist.

[0038] Die Rückbrandsicherung 33 umfasst eine aus einem gesinterten Material bestehende poröse Struktur, die ein Zurückschlagen einer durch die Verbrennung im Motorraum erzeugten Flamme und eine dadurch bewirkte Entzündung des im Gasreservoir des Elektrolysegerätes gespeicherten Gasgemisches verhindert. Das mit dem ersten Steuergerät 23 verbundene Drosselventil 34 sorgt dafür, dass bei geringer Motorleistung, zum Beispiel im Leerlauf, und entsprechend geringer Gasabnahme aufgrund des geringen Unterdrucks vor dem Turbolader 6, nicht eine zu hohe Gasmenge in den Ansaugtrakt gelangt. Schließlich besteht die Aufgabe der Venturidüse 35 darin, das in die Luftzuführungsleitung 4 eingebrachte Brownsgas in der über den Luftfilterkasten 3 angesaugten Luft intensiv zu verwirbeln und sehr fein und gleichmäßig zu verteilen.

[0039] Eine wichtige Funktion in dem Gesamtsystem hat zudem der in die Gaszufuhrleitung 13 stromab vom Wasserscheider 30 und Gasfilter 31 eingebundene Durchflussmengenmesser 32, der die im Elektrolysegerät 12 erzeugte Gasmenge misst und das Messergebnis dem Steuergerät 23 des Elektrolysegerätes 12 übermittelt. Das erste Steuergerät 23 erhält zudem in Abhängigkeit vom jeweiligen Fahrzeugbetrieb (Leerlauf, Stop and Go-Fahrweise, Geschwindigkeit, Beschleunigung usw.) Informationen vom Luftmassenmesser 5 über die jeweils angesaugte Luftmenge und vom Hauptsteuergerät 8 sowie dem zweiten Steuergerät 36 über den Unterdruck im Ansaugtrakt und weitere Motorbetriebsdaten. Schließlich ist das erste Steuer-

gerät 23 über eine Steuerleitung auch mit dem Drosselventil 34 verbunden, so dass eine an die dem Turbolader bzw. Motorverbrennungsraum aufgrund des jeweiligen Motorbetriebs jeweils zuzuführenden Luftmenge angepasste Gasmenge in den Ansaugtrakt geleitet wird und je Volumeneinheit an angesaugter Luft mittels der Venturidüse 35 immer eine definierte Gasmenge von 0,05 bis 0,5 Promille je Liter Ansaugluft in der Luftzufuhrleitung 4 versprüht wird und in den Motorverbrennungsraum 1 gelangt. Unabhängig vom jeweiligen Fahrzeug- und Motorbetrieb ist somit in dem im Motorverbrennungsraum jeweils befindlichen Kraftstoff immer ein bestimmter prozentualer, je Volumeneinheit an angesaugter Verbrennungsluft gleicher Anteil an Brownsgas und damit der als Zündkeime wirkenden energiereichen, gasförmigen Wassermoleküle enthalten.

[0040] Die Gaserzeugung im Elektrolysegerät 12 wird somit im Wesentlichen über die Motordrehzahl (Hauptsteuergerät), die Ansaugluftmenge (Luftmengemesser), die tatsächlich erzeugte Gasmenge (Durchflussmengenmesser) und die pro Ansaugvolumeneinheit festgelegte Gasmenge (Drosselventil) mithilfe der Amplitude und Struktur der erzeugten Stromimpulse gesteuert. Es wird somit nur so viel Gas erzeugt, wie gerade für den jeweiligen Fahrzeug-/Motorbetrieb zur schnellen Zündung und vollständigen Verbrennung des fossilen Kraftstoffs benötigt wird. Das heißt, der prozentuale Brownsgasanteil in einer Ansaugvolumeneinheit ist bewusst gering gehalten und wirkt nicht in herkömmlicher Weise als zusätzlicher Kraftstoff, sondern hat in der geringen Menge lediglich die Funktion eines Additivs. Das heißt, die im Verbrennungsraum gleichmäßig verteilten gasförmigen Wassermoleküle wirken lediglich als Startkeimlinge oder Zündkeimlinge, die im Verbrennungstakt die Zündung des im Motorverbrennungsraum vorhandenen Kraftstoff-Luft-Gemisches beschleunigen und intensivieren. Die frei werdende Reaktionsenergie zündet an einer Vielzahl von Zündherden explosionsartig den Kraftstoff und sorgt für eine homogene und vollständige Verbrennung des in den Verbrennungsraum eingebrachten Kraftstoffs. Der Kraftstoff wird allein aufgrund der nur als Zündkeimlinge wirkenden gasförmigen Wassermoleküle des Brownsgases effizienter genutzt, so dass die Motorleistung verbessert und der Kraftstoffverbrauch und mithin der Schadstoffausstoß gesenkt werden kann. Darüber wird die Abgastemperatur und damit die Stickoxid- und Kohlendioxid-Emission weiter reduziert. Der für die kontinuierliche Bereitstellung des Brownsgases erforderliche apparative und energetische Aufwand ist wegen der kontrollierten Erzeugung einer nur begrenzten Gasmenge gering.

Bezugszeichenliste

- | | |
|---|-----------------------|
| 1 | Motorverbrennungsraum |
| 2 | Saugrohr |

- | | |
|----|--|
| 3 | Luftfilterkasten |
| 4 | Luftzufuhrleitung |
| 5 | Luftmassenmesser |
| 6 | Turbolader |
| 7 | Drosselklappe |
| 8 | Hauptsteuergerät |
| 9 | Fahrzeugbatterie |
| 10 | Lichtmaschine |
| 11 | Sicherung |
| 12 | Elektrolysegerät |
| 13 | Gaszufuhrleitung |
| 14 | Gehäuse v. 12 |
| 15 | Gehäusedecke |
| 16 | Deckel v. Gasauslassstutzen |
| 17 | Rohrstück für Schaumstofffilter |
| 18 | abgesenkter Abschnitt v. 15 |
| 19 | Schraubdeckel v. Elektrolyteinfüllöffnung |
| 20 | Elektrodenplatten, (20', 20" äußere Elektrodenplatten) |
| 21 | Verbindungsleitung |
| 22 | Anschlussklemmen |
| 23 | erstes Steuergerät |
| 24 | Gassammelraum, Gasreservoir |
| 25 | Überdruckventil |
| 26 | Dichtemesser |
| 27 | Gasanschlussstutzen |
| 28 | Füllstandmesser |
| 29 | Temperatursensor |
| 30 | Wasserscheider, 30a Wasserdetektor |
| 31 | Gasfilter |
| 32 | Durchflussmengenmesser |
| 33 | Rückbrandsicherung |
| 34 | Drosselventil |
| 35 | Venturidüse |
| 36 | zweites Steuergerät |
| 37 | Kammern zwischen 20 |

Patentansprüche

1. Verfahren zum Betreiben einer Verbrennungskraftmaschine mit einem dem fossilen Kraftstoff im Motorverbrennungsraum mit der Verbrennungsluft zusätzlich zugeführten, durch Elektrolyse von Was-

ser erzeugten Gasgemisch, **dadurch gekennzeichnet**, dass die entsprechend dem jeweiligen Motorbetrieb in den Ansaugtrakt des Motors gesaugte Luftmenge gemessen wird und je Volumeneinheit an jeweils angesaugter Verbrennungsluft immer eine gleiche, lediglich als Additiv fungierende begrenzte Menge eines mit einem pulsierenden Strom betriebenen Elektrolysegerät erzeugten, energieangereicherten, gasförmigen Wassermoleküle enthaltenden Brownsgases unmittelbar, das heißt ohne Zwischenspeicherung der Verbrennungsluft zugeführt wird, wobei der prozentuale Anteil der im Verbrennungsprozess im Kraftstoff vorhandenen Gasmoleküle derart begrenzt ist, dass die im Kraftstoff-Luft-Gemisch gleichmäßig verteilten energieangereicherten, gasförmigen Wassermoleküle nur als den Kraftstoff zündende Start- oder Zündkeime für eine früh einsetzende und lang anhaltende intensive und vollständige Verbrennung dienen, wobei der Anteil der einem Liter Ansaugluft zugeführten Brownsgasmenge zwischen 0,05 und 0,5 Promille liegt und wobei:

die Menge des im Elektrolysegerät erzeugten Brownsgases in Abhängigkeit vom jeweiligen Motorbetrieb auf der Grundlage der dem Ansaugtrakt zugeführten, von einem Luftmassenmesser erfassten Luftmenge in Verbindung mit der von einem Durchflussmessengerät erfassten, vom Elektrolysegerät tatsächlich erzeugten Brownsgasmenge gesteuert wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass die am Elektrolysegerät wirkenden Stromimpulse rechteck- oder trapezförmig geformt sind.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Stromimpulse zur Beeinflussung der Gasausbeute und der Menge an energieangereicherten, gasförmigen Wassermolekülen kontinuierlich oder in Intervallen sowie mit unterschiedlicher Amplitude erzeugt werden.

4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Stromimpulse zur Beeinflussung der Gasausbeute und der Menge an energieangereicherten, gasförmigen Wassermolekülen im Brownsgas einen variablen Flankenanstiegswinkel aufweisen.

5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet**, dass zur Erhöhung der Brownsgasausbeute die Stromimpulse in Abhängigkeit von der Elektrolyttemperatur und -konzentration sowie der Elektrodenplattengeometrie und dem Plattenabstand so gesteuert werden, dass das aus Elektrodenplatten und Elektrolyt bestehende System zur schnellen Ablösung von den Elektrodenplatten und deren Umspülung in Resonanz betrieben wird.

6. Anordnung zur Durchführung des Verfahrens gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche, mit einer ausgehend von einem Luftfilterkasten (3) mit dem Motorverbrennungsraum (1) der Verbrennungskraftmaschine verbundenen Luftzufuhrleitung (4) zur Zuführung einer an den jeweiligen Motorbetrieb angepassten Luftmenge, in die eine an ein von einer Fahrzeugbatterie (9) versorgtes Elektrolysegerät (12) angeschlossene Gaszufuhrleitung (13) mündet, **dadurch gekennzeichnet**, dass in die Luftzufuhrleitung (4) vor der Mündung der Gaszufuhrleitung (13) ein Luftmassenmesser (5) zur Erfassung des in Abhängigkeit vom jeweiligen Motorbetrieb angesaugten Luftvolumens und in die Gaszufuhrleitung (13) in Strömungsrichtung zunächst ein Durchflussmengenmesser (32) zur Erfassung der tatsächlich erzeugten Gasmenge und ein Drosselventil (34) zur endgültigen Einstellung des an die geförderte Luftmenge angepassten Gasvolumens eingebunden sind, die jeweils an ein dem Elektrolysegerät (12) zugeordnetes erstes Steuergerät (23) zur Regelung der Gaserzeugung auf der Grundlage der angesaugten Luftmenge und der erfassten Gasmenge mithilfe eines von einem Modulator kontinuierlich oder in Intervallen umgeformten, in Frequenz, Amplitude, Flankenwinkel und Zeitdauer variablen pulsierenden Stroms angeschlossen sind.

7. Anordnung nach Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet**, dass in die Gaszufuhrleitung (13) ein Wasserscheider (30), ein Wasserdetektor (30a) und ein Gasfilter (31) zur Gasreinigung und eine aus einem gasdurchlässigen keramischen Material bestehende Ruckbrandsicherung (33) zur Vermeidung eines Flammenruckschlags in das Elektrolysegerät (12) eingebunden sind.

8. Anordnung nach Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet**, dass das erste Steuergerät (23) über ein zweites Steuergerät (36) mit einem der Verbrennungskraftmaschine zugeordneten Hauptsteuergerät (8) verbunden ist.

9. Anordnung nach Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Gaszufuhrleitung (13) zur Verwirbelung und gleichmäßigen Verteilung der im Gasstrom enthaltenen Moleküle in der Ansaugluft über eine stromab des Luftmassenmessers (5) angeordnete Venturidüse (35) in die Luftzufuhrleitung (4) mündet.

10. Anordnung nach Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Elektrolysegerät (12) mehrere in einem mit einem Elektrolyt gefüllten Gehäuse (14) im Abstand parallel angeordnete, mit Durchbrüchen versehene Elektrodenplatten (20, 20', 20'') aufweist, und die beiden äußeren Elektrodenplatten (20', 20'') oder eine mittige Elektrodenplatte (20'') und die beiden äußeren Elektrodenplatten (20) über das erste Steuergerät (23) mit dem Plus- bzw.

Minuspol der Fahrzeugbatterie (9) verbunden sind, wobei ein oberhalb der Elektrodenplatten (20, 20', 20'') durch eine Gehäusedecke (15) begrenzter Gassammelraum (24) über einen auf einen Gasauslassstutzen abdichtend aufsteckbaren und bei einem bestimmten Überdruck im Gassammelraum (24) selbsttätig öffnenden Deckel (16) mit einem innen liegenden, einen Filter aufnehmenden Rohrstück (17) und einem Gasanschlusssutzen (27) an die Gaszufuhrleitung (13) anschließbar ist.

11. Anordnung nach Anspruch 10, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Gehäusedecke (15) einen bis auf die maximale Elektrolytfüllhöhe im Gehäuse (14) abgesenkten Abschnitt (18) mit einer durch einen Schraubdeckel (19) verschließbaren Einfüllöffnung aufweist.

12. Anordnung nach Anspruch 10, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Elektrodenplatten (20) in am Boden und zwei gegenüberliegenden Seitenwänden des Gehäuses (14) sowie im Bereich der Plattenoberkante vorgesehenen Nuten fixiert sind.

13. Anordnung nach Anspruch 10, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Elektrolysegerät (12) zur Überwachung des Elektrolyten einen Dichtemesser (26), einen Füllstandsmesser (28) und einen Temperatursensor (29) sowie ein Überdruckventil (25) aufweist.

14. Anordnung nach Anspruch 10, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Elektrodenplatten (20) eine gegenüber ihrer Höhe deutlich größere Breite aufweisen und dadurch über einen langen Zeitraum eine ausreichend große Elektrodenfläche mit Elektrolyt bedeckt ist.

15. Anordnung nach Anspruch 10, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Elektrodenplattendicke etwa einen Millimeter beträgt und der Elektrodenplattenabstand zwischen 1,5 und 10,5 Millimetern liegt.

16. Anordnung nach Anspruch 10, **dadurch gekennzeichnet**, dass der im Elektrolysegerät (12) befindliche Elektrolyt eine 3,5 bis 5,0-prozentige KalilaugeLösung ist.

17. Anordnung nach Anspruch 16, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Elektrolyt zur Gefrierpunktabenkung im Winterbetrieb eine erhöhte Konzentration aufweist und/oder als Gefrierschutzmittel bis max. 10% Ethylenglycol enthält.

Es folgen 2 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

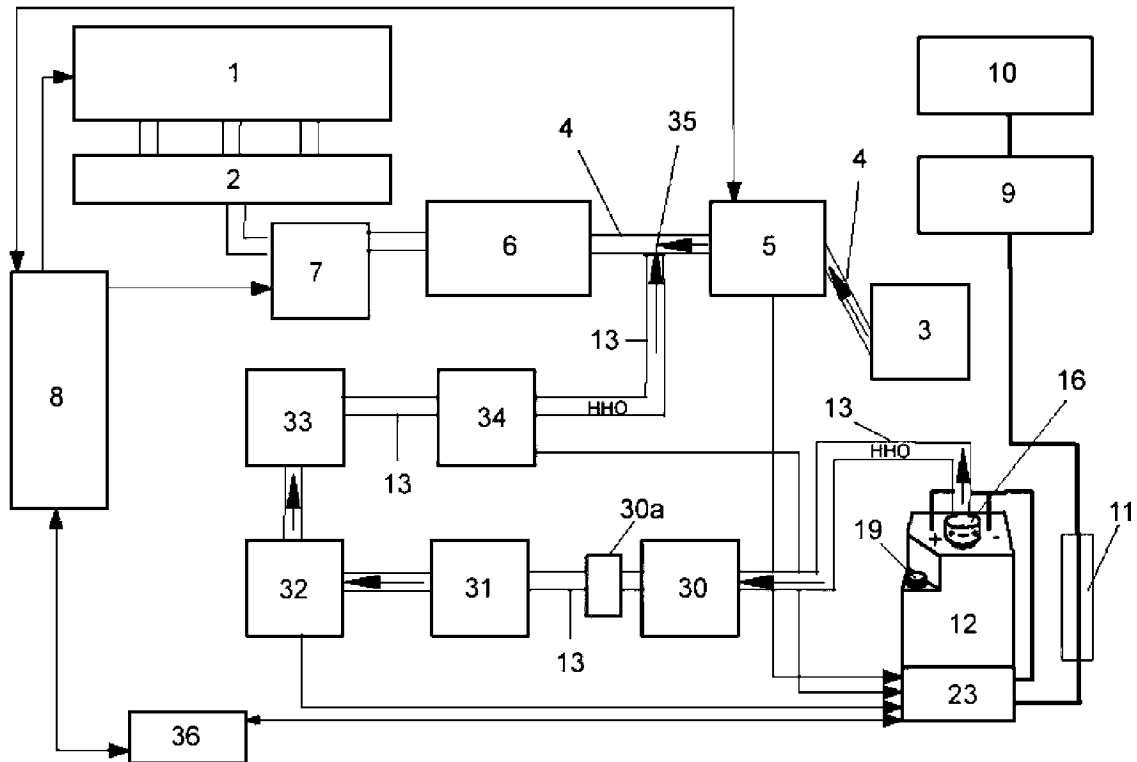


Fig. 1

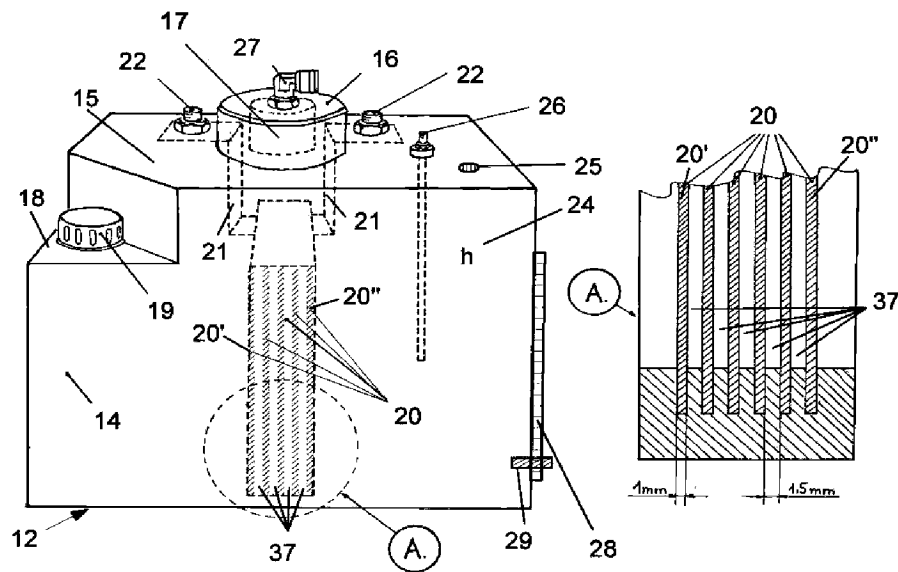


Fig. 2

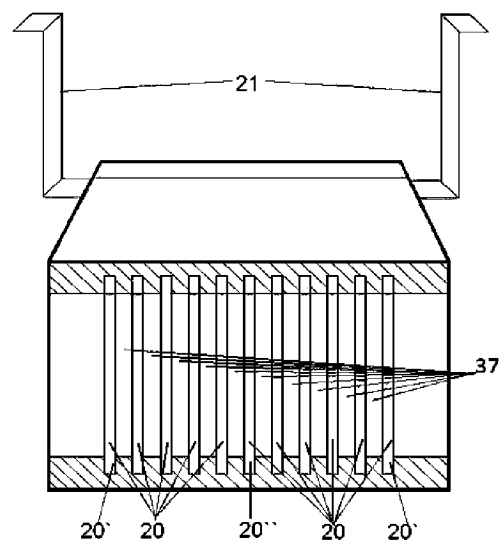


Fig. 3